

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**METHOD FOR CUTTING GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR WAFER**

Patent Number: JP5166923  
Publication date: 1993-07-02  
Inventor(s): MUKAI TAKASHI; others: 01  
Applicant(s): NICHIA CHEM IND LTD  
Requested Patent: ☐ JP5166923  
Application Number: JP19910352259 19911212  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L21/78; H01L27/12; H01L33/00  
EC Classification:  
Equivalents: JP2859478B2

**Abstract**

**PURPOSE:** To prevent generation of cracks and chippings in the surface of cutting, and to cut a gallium nitride compound semiconductor wafer into chips of desired shape and size at a high yield rate by grinding a sapphire substrate to optimize the thickness of the substrate.

**CONSTITUTION:** A gallium nitride compound semiconductor wafer, having a structure made by forming an N-type  $Ga_xAl_{1-x}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) layer 2 on a sapphire substrate 1 and then forming a P-type or i-type  $Ga_xAl_{1-x}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) layer 3 thereon, is cut into chips. At this time, the sapphire substrate 1 is ground by a grinder to 100 to 250  $\mu m$  in thickness. Further, the substrate side of the wafer or the side of the gallium nitride compound semiconductor, or both sides of them, are scribed and cut. The scribing depth should be 10% or more of the thickness of the substrate 1, and the wafer is scribed in such a manner that the length of the shortest sides of the sapphire substrate of the cut chips is made longer than the thickness of the substrate 1. As a result, the cutting operation can be conducted at a high yield rate.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-166923

(43) 公開日 平成5年(1993)7月2日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 21/78

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 8617-4M

L 8617-4M

Z 8728-4M

C 8934-4M

27/12

33/00

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 4 頁)

(21) 出願番号

特願平3-352259

(22) 出願日

平成3年(1991)12月12日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 内井 孝志

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化

学工業株式会社内

(72) 発明者 中村 修二

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化

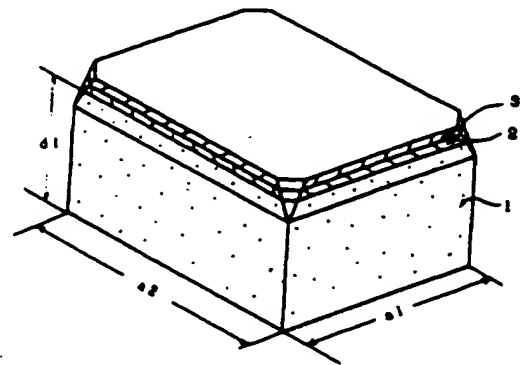
学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体ウェハーの切断方法

(57) 【要約】

【目的】 サファイアを基板とする窒化ガリウム系化合物半導体ウェハーをチップ状にカットするに際し、切断面のクラック、チッピングの発生を防止し、歩留良く、所望の形、サイズにカットする方法を提供する。

【構成】 サファイア基板の厚さを100～250 $\mu$ mとし、さらに、前記ウェハーの基板側、もしくは窒化ガリウム系化合物半導体層側、またはその両側をスクライプして切断する。



R009916

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 サファイア基板上に一般式 $Ga_xAl_{1-x}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) で表される $Ga_xAl_{1-x}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) 系化合物半導体が積層されたウエハーをチップ状に切断する方法において、

前記サファイア基板の厚さを $100 \sim 250 \mu m$ とし、さらに、前記ウエハーの基板側、もしくは窒化ガリウム系化合物半導体層側、またはその両側をスクライブして切断することを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの切断方法。

【請求項2】 スクライブ深さはサファイア基板の厚さの10%以上であることを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの切断方法。

【請求項3】 切断したチップのサファイア基板の最短辺の長さがその基板の厚さよりも長くなるようスクライブすることを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーの切断方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は青色発光ダイオード、青色レーザーダイオード等の発光デバイスに使用される窒化ガリウム系化合物半導体チップの製造方法に係り、特に、サファイア基板上に積層された窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーをチップに切り出すための切断方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に発光ダイオード、レーザーダイオード等の発光デバイスにはステム上に発光層である半導体チップが設けられている。半導体チップを構成する材料として、赤色、橙色、黄色、緑色ダイオードの場合 $GaAs$ 、 $GaAlAs$ 、 $GaP$ 等が知られており、また青色ダイオードであれば $ZnSe$ 、 $GaN$ 、 $SiC$ が知られている。

【0003】 従来、それらの材料が積層されたウエハーをチップに切り出す方法としては一般にダイサー、またはスクライバーが使用されている。ダイサーとは一般にダイヤモンドとも呼ばれ、刃先をダイヤモンドとする円盤状の工具により、ウエハーを直接カットするか、また刃先よりも広い巾の溝を切り込んだ後、外力によってカットする装置である。一方、スクライバーとは同じく先端をダイヤモンドとする針の往復直線運動によりウエハーに極めて細いスクライブライン（罫書線）を例えば罫書目状に引いた後、外力によってカットする装置である。

【0004】 前記 $GaP$ 、 $GaAs$ 等のせん至鉛構造の結晶はへき開性が「110」方向にあるため、この性質を利用してスクライバーで、この方向にスクライブラインを入れることによりチップ状に簡単に分離できる。しかしながら、窒化ガリウム系化合物半導体はサファイアの上に積層されており、そのサファイアは六方晶系とい

2

う結晶の性質上、へき開性を有していないのでスクライバーで切断することは不可能であった。また窒化ガリウム系化合物半導体を青色発光素子としたダイオードは未だ実用化されておらず、工業的にウエハーをチップに分離する手段は開発されていないのが実状である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーは、その基板にサファイアという非常に硬い材料が使用されており、またその上に積層された窒化ガリウム系化合物半導体の結晶もサファイアと同じく非常に硬い物質であるため、ダイサーで切断すると、その切断面にクラック、チップングが発生しやすくなり、綺麗に切断できなかった。

【0006】 従って本発明はサファイアを基板とする窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーをチップ状にカットするに際し、切断面のクラック、チップングの発生を防止し、歩留良く、所望の形、サイズにカットする方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者らはその結晶型が六方晶系でへき開性がないため、ダイサーでしかチップ状に切断できなかった窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーでも、基板の厚さを最適化することにより、スクライバーで簡単に切断できることを見だし本発明を成すに至った。

【0008】 本発明の切断方法は、一般式 $Ga_xAl_{1-x}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) で表される窒化ガリウム系化合物半導体がサファイア基板上に積層されてなる窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーをチップに切断する方法において、前記サファイア基板の厚さを $100 \sim 250 \mu m$ とし、さらに、前記ウエハーの基板側、もしくは窒化ガリウム系化合物半導体層側、またはその両側をスクライブして切断することを特徴とするものである。なお、スクライブ (Scribe) とは、罫書針で線を刻みつけること、即ち、罫書線を入れることをいう。

【0009】 窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーは、基本的に、サファイア基板の上にn型 $Ga_xAl_{1-x}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) 層、その上にp型あるいはi型 $Ga_xAl_{1-x}N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) 層が積層された構造を有している。全体の厚さは、基板で通常 $300 \sim 500 \mu m$ 、窒化ガリウム層で両方合わせてせいぜい数 $\mu m$ ～十数 $\mu m$ でしかなく、そのほとんどが基板の厚さで占められている。本発明の切断方法は、この基板の厚さを $100 \mu m \sim 250 \mu m$ の厚さに調整することにより、スクライバーでも切断できるようにしたものである。

【0010】 基板を $100 \mu m \sim 250 \mu m$ にするには研磨器を用いて研磨することにより実現できる。研磨して基板を薄くする時期は窒化ガリウム層を成長させる前でもよいし、成長させた後でもよい。基板の厚さが $100 \mu m$ よりも薄いと、ウエハー全体が割れくなり、ス

クライブすることが困難となる。また250 $\mu$ mよりも厚いとスクライブを深くしなければならないため、細かいチップができにくくなる傾向にある。さらに基板を研磨することにより、研磨面が鏡面均一になるため、両面からスクライブする場合に、窒化ガリウム系化合物半導体層側のスクライブラインと、基板側からのスクライブラインとを一致させることが容易にできる。

【0011】スクライブラインの深さは基板の厚さの10%以上であることが好ましい。上記したようにスクライブラインを引くには、一般的にはスクライバーと呼ばれる自動機器を使用するが、GaAs等の材料の場合、材料自体にへき裂性を有しているため、例えば500 $\mu$ m角以下のサイズのチップを得る場合においても、スクライブラインの深さ（即ち、スクライブの深さ）は通常ウェハー全体の厚みに対しせいぜい1%以下、多くても数%しか入れる必要はなく、それで十分切断できる。しかしながら、サファイアはへき裂性を有していないため、500 $\mu$ m角以下のチップにおいては、基板を研磨しその厚みを薄くした後、スクライブの深さを基板の厚みより10%以上深くする方が好ましく切断できる。

【0012】また、切断しようとする所望のチップのサファイア基板の最短辺をその基板の厚さよりも長くする方が好ましい。図1は本発明の切断方法の一実施例によって得られた窒化ガリウム系化合物半導体チップの断面構造を示す斜視図であり、1はサファイア基板、2はn型Ga $\text{N}$ 層、3はp型あるいはi型Ga $\text{N}$ 層である。この図に示すように、例えば所望とするチップを短辺a1、長辺a2、厚さd1の基板を有する直方体とした場合、そのチップの基板の最短辺a1を基板の厚さd1よりも長くなるように調整する。a1がd1よりも短いと、スクライブラインを引いた後、外力により切断する際、その断面、Ga $\text{N}$ 層にクラック、チップングが入りやすくなる。好ましくは最短辺はd1に対し30%以上、さらに好ましくは50%以上の長さにする方が、確実に切断でき収率が向上する。

#### 【0013】

本発明の切断方法において、前記したようにサファイア基板を研磨して100~250 $\mu$ mと薄くすることにより、スクライブで切断できるようになる。さらに研磨すると基板が鏡面均一になることにより、窒化ガリウム層から入れたスクライブラインが観察でき、基板側から入れるスクライブラインと一致させることができる。好ましくはスクライブラインの深さを基板の厚さの10%以上とすることにより、500 $\mu$ m以下のチップサイズでもスクライブにより切断できる。

#### 【0014】

【実施例】以下本発明の切断方法を実施例で詳説する。

【実施例1】① 厚さ350 $\mu$ m、大きさ2インチφのサファイア基板上に、n型Ga $\text{N}$ 層とp型Ga $\text{N}$ を合わせて5 $\mu$ mの厚みで成長させた発光ダイオード用のGa

Nウェハーの基板を、研磨器により研磨して120 $\mu$ mとする。さらに、基板側に粘着テープを貼付し、スクライバーのテーブル上に張り付け、真空チャックで固定する。テーブルはx軸（左右）、y軸（前後）に動き、180度水平に回転可能な構造となっている。

② 次に、スクライバーのダイヤモンド刃でGa $\text{N}$ 層をスクライブすることにより、テーブルに張り付けたGa $\text{N}$ ウェハーのGa $\text{N}$ 層に350 $\mu$ mピッチのスクライブラインを引く。ダイヤモンド刃が設けられたバーはz軸（上下）、y軸（前後）方向に移動可能な構造となっている。ダイヤモンド刃の刃先への加重は100gとし、スクライブラインの深さを深くするため、同一のラインを5回スクライブすることにより、20 $\mu$ mの深さにする。

③ スクライブラインを引いた後、テーブルを90度回転させ、②と同様にして350 $\mu$ mピッチで、先ほど引いたスクライブラインと直行するラインを20 $\mu$ mの深さで引く。

④ 基盤目状にスクライブラインを引いたGa $\text{N}$ ウェハーをテーブルから剥し取り、サファイア基板側からローラーにより圧力を加えて、押し割ることにより350 $\mu$ m角のGa $\text{N}$ チップを得た。このようにして得られた350 $\mu$ m角のGa $\text{N}$ チップより外形不良によるものを取り除いたところ、歩留は95%以上であった。

【0015】【実施例2】① 実施例1に同じ。

② 実施例1と同様にしてGa $\text{N}$ 層から150 $\mu$ mピッチのスクライブラインを入れる。但しスクライブ回数は2回とし、深さは8 $\mu$ mとする。

③ 実施例1と同様にテーブルを回転させ、スクライブ回数2回で、直行するスクライブラインを引く。

以上のようにしてGa $\text{N}$ 層にスクライブラインを引き終えた後、サファイア基板に貼付した粘着テープを溶剤により取り去った後、再びスクライブラインの入ったGa $\text{N}$ 層に粘着テープを貼付し、同様にスクライバーのテーブル11に設置する。この際スクライバーの刃先の軌跡が先ほど引いたGa $\text{N}$ 層のスクライブラインと一致するように刃先を一致させる。後は②~④の工程と同様にし、基板側にも基盤目状のスクライブラインを引く。

④ 実施例1と同様にしてGa $\text{N}$ ウェハーを150 $\mu$ m角のチップに切断したところ、同じく歩留は95%以上であった。

【0016】【実施例3】① 厚さ350 $\mu$ mのサファイア基板を予め研磨して厚さ200 $\mu$ mとした後、Ga $\text{N}$ 層を5 $\mu$ mの厚みで成長させた発光ダイオード用のGa $\text{N}$ ウェハーを用いる他は実施例1と同様にテーブル11上に固定する。

②~④ 実施例1と同様にして350 $\mu$ m角のチップにしたところ、歩留は同じく95%以上であった。

【0017】【実施例4】① 実施例1のサファイア基板を研磨して250 $\mu$ mとする他は同様にスクライ

5

パーのテーブルに設置する。

②～③ GaN層に350 $\mu$ mピッチで、2回スクライプして、8 $\mu$ mの深さのスクライプラインを碁盤目状に入れる他は実施例1に同じ。

④ 実施例1と同様にして、350 $\mu$ m角のチップにしたところ、歩留は90%であった。

【0018】【比較例1】① 実施例1と同一の350 $\mu$ mのGaNウエハーを研磨して300 $\mu$ mとする他は実施例と同様にしてスクライパーのテーブルに設置する。

②～③ 実施例1と同様にしてGaN層に350 $\mu$ mピッチで、5回スクライプして碁盤目状のスクライプラインを入れる。

④ 同様にして、350 $\mu$ m角のチップにしたところ、スクライプラインとは別のところから不規則に割れ、さらにスクライプラインのところから割れたものと割れなかったものとか混在し、歩留は40%でしかなかった。

【0019】【比較例2】実施例1と同一の350 $\mu$ mのGaNウエハーをダイサーを用い、ブレード回転数30,000rpm、切断速度0.3mm/secの条件で、350 $\mu$ m角のチップに切断したところ、切断線に対し無数のクラックが生じ、歩留は20%以下であった。

【0020】

6

【発明の効果】以上述べたように、本発明の切断方法によると、へき開性を有していないため従来、ダイサーでしか切断できなかった窒化ガリウム系化合物半導体ウエハーを歩留良く切断できる。また、ダイサーで切断するのと比較して、ダイサーは刃の回転によりウエハーを削り取って切断するのに対し、スクライパーはウエハー表面、裏面等から傷をつけて、その箇所から押し割るだけであるので作業工程の時間が短くて済み、しかもスクライパーの刃はダイサーの刃に比較して非常に細いため、切断した際に削り取る体積が少なくて済むことにより、小さいサイズのチップを得る場合、単位面積あたりの収率も向上する。

【0021】このように基板の厚さを100～250 $\mu$ mに調整することにより、スクライプで、歩留90%以上でチップに切断でき、さらに10%以上スクライプラインを入れることによりその歩留率をさらに向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例により得られたチップの概略の断面を示す斜視図。

【符号の説明】

- 1………サファイア基板
- 2………n型GaN層
- 3………p型GaN層

【図1】

